

固体映像変換装置に関する研究

著者	小橋 忠雄
号	463
発行年	1979
URL	http://hdl.handle.net/10097/11412

氏 名	こ はし ただ お 小 橋 忠 雄
授 与 学 位	工 学 博 士
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 54 年 12 月 5 日
学 位 授 与 の 根 拠 法 規	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項
最 終 学 歴	昭 和 31 年 3 月 東北大学工学部通信工学科卒業

学 位 論 文 題 目 固体映像変換装置に関する研究

論 文 審 査 委 員	東北大学教授 和田 正信 東北大学教授 高橋 正
	東北大学教授 柴田 幸男

論 文 内 容 要 旨

本論文は、光導電体と電場発光体を組み合わせた固体映像変換装置についての研究成果をまとめたものである。本論文は、本文7章から成っており、以下、各章ごとに順を追ってその内容の要旨を述べる。

第1章 序 論

本章では、本研究の意義と目的とを明らかにしている。はじめに、光導電体および電場発光体について、それぞれの現象発見から、半導体を中心とする固体物性研究の急速な進歩に伴って、優れた特性の材料が開発されるまでの研究経過を述べ、その中で、本研究の材料的背景を明示している。

次に、X線けい光板やイメージ管などの映像変換装置の先行例を概説すると共に、光導電体および電場発光体の材料開発を背景として、これらを組み合わせた固体映像変換装置に関する研究の必然性と、1枚の固体板で、暗い光映像を明るい光映像に増幅表示する意義を記述し、本研究の歴史の流れの中での立場を明らかにしてある。

引続き、光導電体の光→電気変換作用と、電場発光体の電気→光変換作用とを組み合わせた固体映像変換装置の先行研究を概説し、映像増強装置の改良研究と、映像反転増強装置や、可変動作型映像変換装置等、本研究の一連の研究内容を述べる中で、本研究の意義と目的を明らかにし

である。

第2章 従来の固体映像変換装置と主要構成材料

本章では、参考文献を基に、固体映像変換装置の主要構成材料である電場発光体および光導電体の基本的概念を知り、以後の議論の展開に備えて、材料の種類・製法並びに光電特性等の概要と、固体映像変換装置の先行例とその問題点を記述し、本研究の方針を明らかにしてある。

その中で、緑色発光のZnS系けい光体粉末を使用した分散型電場発光体層は、発光輝度が高く、また、CdS系粉末を使用した光導電体層は、暗抵抗が高く、優れた光導電感度をもつことを指摘し、この結果が、固体映像変換装置の構成により条件を提供することになる。また、分散型電場発光体層は交流電圧でしか発光しないため、光導電体層と組み合わせた固体映像変換装置は、交流電圧で動作させる必要がある。

このほか、以後の理論的解析に備え、電場発光体層および光導電体層の光電的な特性式も示してある。

また、固体映像変換装置に関する先行研究のほとんどが、光導電体層と電場発光体層とを直列接続し、入力映像に対して陽画の出力映像を表示する映像増強装置に関する研究である。その基本構造についての動作解析と代表的な溝型映像増強装置についての考察を試み、厚み方向の光導電現象によって電場発光を制御しているために、精密に溝加工した厚い光導電体層や、出力映像が縞状になることを防止するために電流拡散層を必要とし、解像度、中間調表示、製作技術などに改良が必要である。そのためには、光導電体による新しい電場発光制御方式の開発が必要である。

第3章 映像増強装置

本章では、前章との関連において線格子電極構造の新しい方式の映像増強装置を提案し、原理、構造、設計条件、装置の製法、実験結果および効果などを詳細に述べ、また、映像増強表示例についても記述している。

この中で、線格子電極構造の映像増強装置では、細い金属線を平行格子状に埋め込んだ薄い平らな光導電体層を用い、入力光によって直接光励起を受ける光導電体層表面部の横方向の光導電現象によって、電場発光体の発光を制御することが明らかにされると共に、従来の映像増強装置との動作原理上の相違が等価回路的に明示され、電流拡散層が必要でなくなることを明らかにしている。

更に、線格子電極の断面形状、太さ、配列ピッチが出力映像のコントラスト比および解像度におよぼす効果が考察され、円状断面で太さが10 μm の細いタングステン線を、200～400 μm のピッチで配列することが適当であり、また、装置の製作工程を示し、ネサガラスの上に電場発光体層、光反射層、不透明層を順次シルクスクリーン法で塗布積層し、その上に巻線法で線格子電極を配列した後に、再びシルクスクリーン法で光導電体層を塗布して容易に製作できることなどを述べている。

引続き、試作装置について、層全体の厚みは溝型構造の $\frac{1}{3}$ 以下、約 $\frac{1}{2}$ の低い電圧で動作し、 r

は1.2~1.5で入力ラチチュードが広く、中間調表示に好適の映像増強特性が得られることを明示すると共に、実験結果を考察し、動作電圧の周波数が高いほど、高感度に動作し、 $V=320\text{ V}$, $f=3\text{ kHz}$ では光束比較で500倍、エネルギー強度比較で97倍の変換増強度が得られることを明らかにしている。

更にまた、映像増強表示例が示され、中間調表示にすぐれた出力映像が表示でき、 $15\times 15\text{ cm}$ の大きさの装置では、線格子電極の線数を越える600本以上の高い解像度が得られることを明らかにしている。

このほか、本研究における動作特性の測定法、使用するCdS粉末光導電体層の分光光導電特性、ZnS電場発光体層の発光、および動作特性測定に使用する入力光の分光エネルギー特性などが一括して記述してある。

第4章 映像反転増強装置

本章では、入力映像に対して、濃淡が反転した明るい陰画の出力映像を表示する、映像反転増強装置について述べる。

はじめに、電場発光体素子と光導電体素子との並列回路に誘電体素子を直列に接続した基本構成について、映像反転増強装置の動作原理を述べると共に、変換増強度を定義して、等価回路についての理論的な動作解析を行い、構造設計上の条件を明らかにしている。

次に、この結果に基づき、隣接配置型および端効果型構造を提案し、その得失を論じ、最終構造として、線格子電極を配列した薄い光導電体層を光電的な電流しゃへい層として用いる平板3極管類似の静電しゃへい型構造を明らかにし、試作実験結果を詳述している。その中で、ネガフィルム映像などをポジ映像に反転、観察するに好適な映像反転増強特性が得られることを示し、更に、動作特性の特徴を考察し、 r は動作電圧の振幅や周波数に依存せずに一定値(-1.7)を示し、 r 固定の映像反転増強特性であることを指摘している。このほか、高感度動作のための最適動作条件を明確にし、変換増強度なども算定されている。

引続き、ネガフィルム映像を入力映像とした映像反転例が記述され、 $15\times 15\text{ cm}$ の試作装置では、線格子電極と直交する方向で600本以上、平行な方向で450~500本の高い解像度で、ポジ映像に反転できることを示している。

更にまた、様々な画質の入力映像を、希望のコントラストで映像反転表示するための、直流バイアスによる r 可変動作方式が提案され、試作実験により、 r は-0.68~-0.38の広い範囲で調節できることなどを明らかにしてある。

第5章 可変動作型映像変換装置

本章では、本研究の集大成として、1枚の映像板の動作電圧を調整して、映像増強特性や映像反転増強特性が得られる複合機能を持ち、しかも、それぞれの特性の r やコントラスト比が広い範囲で連続的に調節できる、可変動作型映像変換装置について詳細に記述している。

はじめに、電場発光体素子に光導電体素子と誘電体素子を接続し、同一周波数の2つの交流電

圧で動作させる原理構成を明らかにすると共に、等価回路について理論的な特性解析を試み、動作特性の可変性と、それを実現するための動作条件を明確にしている。

次いで、前章の静電しゃへい型と同じ構造で、2つの交流電圧で動作させる“フォルシコン”と呼ばれる可変動作型映像変換装置を提案すると共に、動作原理を明らかにし、試作装置についての動作特性の測定結果と映像変換表示例を記述している。その中で、2つの交流動作電圧間の位相を、同位相および逆位相に選定し、振幅の相対的關係を適当に調節すると、暗い入力映像に対して、明るい陽画の出力映像（映像強化特性）、陰画と陽画の入り交った出力映像（V状特性）、明るい陰画の出力映像（映像反転増強特性）のいずれもが表示でき、しかも、映像増強特性ではコントラスト比が $4 \times 10 \sim 2 \times 10^4$ 、 r が0.6～2.2の広い範囲で変化し、映像反転増強特性では r が-1.8～-1の範囲で任意に調節でき、万能動作の映像変換装置として優れた性能をもっていることを明らかにしている。

また、2つの交流動作電圧の振幅を固定し、その間の位相差を連続的に調節する位相制御動作では、 r やコントラスト比の可変範囲がさらに拡大され、しかも、コントラスト比を一定に保ち、低 r と高 r の2つの異なった映像増強特性が得られることなどが記述してある。

第6章 解像度の評価

本研究における一連の固体映像変換装置はすべて、線格子電極を配列した薄い光導電体層の横方向の光導電性を利用して、電場発光体層の発光を制御している。

そこで、本章では、前章で述べた可変動作型映像変換装置の映像増強動作を中心に、解像度の評価実験を行うと共に、等価回路について考察し、解像度の限界を明らかにしている。

その中で、解像度には方向性があることが指摘されている。すなわち、入力光パターンが線格子電極と直交、および斜交する場合の解像度は、主として使用材料の粒度や、層の均一性に依存し、10本/mmの解像度が確認され、実験装置の線格子電極の配列ピッチ（300 μm ）から予想される線数（3.3本/mm）よりもはるかに高い解像度が得られる。一方、入力光パターンが線格子電極と平行する場合には、1ピッチ当たり最低で1本、最高で3本の解像度となることを明示し、最高の解像度が溝ピッチ（約630 μm 、約1.6本/mm）で制限される従来の溝型映像増強装置と比較して、本研究の固体映像変換装置は、はるかに高解像度であることを明らかにしてある。

第7章 総 括

本章では、本研究によって得られた、一連の固体映像変換装置の有効な結果を総括すると共に、その実用化例、および本研究を源流とした固体映像変換装置の応用展開例について述べてある。

審 査 結 果 の 要 旨

紫外線，赤外線，X線などによる不可視映像を変換したり，暗い映像を明るい映像に光増強する技術がある。これはかなり前から特殊な電子管を中心として展開されてきたが，昭和30年代に入り，電場発光の研究が盛んになるに従い，この電子管の固体化が企図され，光導体と電場発光体への組合わせで固体の映像変換装置の実現を図る研究が行われた。

著者は，当時考えられていた光導体層と電場発光体層を直列にした構成について検討し，解像度や中間調表示の問題を解決するために，新しい電場発光の制御方式の開発が必要であるとして，独自の構成の固体映像変換装置について，その実用化のための研究をつづけてきた。本論文はそれらの研究成果をとりまとめたもので，全文7章よりなる。

第1章は序論で，本研究の意義と目的を明らかにしている。

第2章では，固体映像変換装置の主要構成材料である電場発光体と光導電体の特性について述べ，次いで映像増強装置の基本特性と問題点を明らかにしている。

第3章では，光導電体層のなかに線格子電極を埋め込んだ著者の考案の映像増強装置について論述している。この装置は，細い金属線を平行格子状に埋め込んだ薄い平らな光導電体層を用い，入力光によって光励起を受けた光導電体表面部の横方向の光導電の変化で，電場発光体の発光を制御するようにしたもので，それまでのものでは不可欠であった電流拡散層を不要にして，解像度の向上を可能にし，中間調表示でもすぐれた結果を得ているが，これは重要な知見である。

第4章では，入力映像に対して反転した出力映像を得る映像反転増強装置について述べている。これは，電場発光体層と光導電体層の並列回路に誘電体層を直列にした構成のものであるが，実装構造にいくつかの考案ののち，線格子電極を含んだ光導電体層を光電的な電流しゃへい層とする静電しゃへい型構造のものを創案し，その動作機構，特性を明らかにしている。そのなかで，ガンマは動作電圧，その周波数に依存せず -1.7 となること，高感度動作のための最適動作条件を明らかにしていることなどは興味ある知見である。

第5章では，前2章の研究成果から，一つの映像増強装置で，正像，反転像のいずれも動作電圧の調整だけで扱える可変動作型映像装置について詳述している。ガンマが $0.6 \sim 2.2$ ， $-1.8 \sim -1$ の範囲で調節できることが明らかにされている。

第6章では，解像度を評価している。第5章で述べた装置について等価回路を用いて解像度の限界を明らかにしている。その結果，著者の方法によれば $10\text{本}/\text{mm}$ の解像度が得られ，従来の方式よりも数倍向上していることが明らかにされている。

第7章はまとめである。

以上要するに，本論文は固体映像変換装置について，その構成についていくつかの著者の創案を加えて，動作機構の解釈，特性の解析，具体的な製作を通じて興味ある知見を得たもので，電子工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位として合格と認める。